

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/001761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	INV. H01M8/10	H01M4/86	H01M4/88	H01M4/92
-------------------------------------	---------------	----------	----------	----------

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WO 01/18894 A (DANISH POWER SYSTEMS APS; BJERRUM, NIELS, JANNIKSEN; LI, QINGFENG; HJU) 15 March 2001 (2001-03-15)</p> <p>page 16, line 25</p> <p>page 3, lines 12-27</p> <p>page 9, line 19 - page 11, line 3</p> <p>page 14, line 1 - page 15, line 10</p> <p>page 17, lines 4-6</p> <p>examples 8-10</p> <p>claims 1-37</p> <p>figures 6-11</p> <p>-----</p> <p>-/-</p>	1, 3-8, 23-31



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 May 2006

Date of mailing of the international search report

02/06/2006

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reich, C

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	COSTAMAGNA P ET AL: "Quantum jumps in the PEMFC science and technology from the 1960s to the year 2000 - Part I. Fundamental scientific aspects" JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 102, no. 1-2, 1 December 2001 (2001-12-01), pages 242-252, XP004331043 ISSN: 0378-7753 page 245, lines 21,22 page 245, paragraph 2 - page 247, paragraph 1 figure 5	1,3-8, 23-31
Y	DE 102 35 356 A1 (CELANESE VENTURES GMBH) 12 February 2004 (2004-02-12) the whole document	1-25,31
Y	US 4 333 805 A (DAVIDSON ET AL) 8 June 1982 (1982-06-08) column 2, lines 26-60	1-25,31
P,X	WO 2004/034498 A (CELANESE VENTURES GMBH; BAURMEISTER, JOCHEN; KUNDLER, ISABEL; PADBERG,) 22 April 2004 (2004-04-22) page 25, lines 5-30; claims 1,28 compounds SEITEN 12-15 page 19, line 28 page 28, lines 19-22 page 30, lines 23-30	1-7, 23-29,31

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/EP2005/001761****Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**see attached sheets ISA/210**

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**  

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

Box III

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1 (in part), 2-8, 23-31 (in part)

Membrane-electrode unit comprising

- A) at least one polymer membrane which contains at least one polymer with at least one nitrogen atom, the polymer membrane containing at least one mineral acid;
- B) at least two electrodes, characterised in that at least one electrode has a catalyst containing
  - i. at least one noble metal of the platinum group, more particularly, Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru and/or at least one noble metal Au and/or Ag;
  - ii. at least one metal which is less noble than the metal mentioned under point i., as per the galvanic series of metals, more particularly a metal chosen from the group Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Zr, Ti, Ga and V.

1.1. Claims 1 (in part), 2, 23-31 (in part)

characterised in that a polyphosphazene is used as the polymer with at least one nitrogen atom.

1.2. Claims 1 (in part), 3-6, 23-31 (in part)

characterised in that a basic polymer with at least one nitrogen atom in a repetition unit is used as the polymer with at least one nitrogen atom.

1.3. Claims 1 (in part), 7, 23-31 (in part)

characterised in that the membrane comprises phosphoric acid and/or sulphuric acid as mineral acid, preferably doped in the polymer membrane.

1.4. Claims 1 (in part), 8, 23-31 (in part)

characterised in that the polymer membrane comprises para-polybenzimidazole.

1.5. Claims 1 (in part), 9-22, 23-31 (in part)

characterised in that the polymer membrane is obtained using a method that comprises the following steps:

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/EP2005/001761**

- i) producing a mixture comprising polyphosphoric acid, at least one polyazole and/or at least one or more compounds which are suitable for forming polyazoles under the effect of heat as per step ii),
- ii) heating the mixture obtained as per step i) under inert gas to temperatures of up to 400°C,
- iii) applying a layer to a substrate using the mixture as per step i) and/or step ii),
- iv) treating the membrane formed in step iii).

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001761

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0118894	A	15-03-2001	AU EP US	6984500 A 1222707 A2 6946211 B1		10-04-2001 17-07-2002 20-09-2005
DE 10235356	A1	12-02-2004		NONE		
US 4333805	A	08-06-1982		NONE		
WO 2004034498	A	22-04-2004	CA DE EP US	2500774 A1 10246372 A1 1559162 A2 2006079392 A1		22-04-2004 15-04-2004 03-08-2005 13-04-2006

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001761

<b>A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. H01M8/10 H01M4/86 H01M4/88 H01M4/92			
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK			
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprästoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>H01M</b>			
Recherchierte aber nicht zum Mindestprästoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen			
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) <b>EPO-Internal</b>			
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>			
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.	
<input checked="" type="checkbox"/>	WO 01/18894 A (DANISH POWER SYSTEMS APS; BJERRUM, NIELS, JANNIKSEN; LI, QINGFENG; HJU) 15. März 2001 (2001-03-15) Seite 16, Zeile 25 Seite 3, Zeilen 12-27 Seite 9, Zeile 19 - Seite 11, Zeile 3 Seite 14, Zeile 1 - Seite 15, Zeile 10 Seite 17, Zeilen 4-6 Beispiele 8-10 Ansprüche 1-37 Abbildungen 6-11  -----	1, 3-8, 23-31  -/- -	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie	
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist			
*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidieren, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *g* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
26. Mai 2006		02/06/2006	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter <b>Reich, C</b>	

## INTERNATIONAHLER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001761

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	COSTAMAGNA P ET AL: "Quantum jumps in the PEMFC science and technology from the 1960s to the year 2000 - Part I. Fundamental scientific aspects" JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 102, Nr. 1-2, 1. Dezember 2001 (2001-12-01), Seiten 242-252, XP004331043 ISSN: 0378-7753 Seite 245, Zeilen 21,22 Seite 245, Absatz 2 - Seite 247, Absatz 1 Abbildung 5 -----	1,3-8, 23-31
Y	DE 102 35 356 A1 (CELANESE VENTURES GMBH) 12. Februar 2004 (2004-02-12) das ganze Dokument -----	1-25,31
Y	US 4 333 805 A (DAVIDSON ET AL) 8. Juni 1982 (1982-06-08) Spalte 2, Zeilen 26-60 -----	1-25,31
P,X	WO 2004/034498 A (CELANESE VENTURES GMBH; BAURMEISTER, JOCHEN; KUNDLER, ISABEL; PADBERG,) 22. April 2004 (2004-04-22) Seite 25, Zeilen 5-30; Ansprüche 1,28 Verbindungen SEITEN 12-15 Seite 19, Zeile 28 Seite 28, Zeilen 19-22 Seite 30, Zeilen 23-30 -----	1-7, 23-29,31

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/001761**Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

**Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

**siehe Zusatzblatt**

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.  
 Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/ 210
	Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:
1. Ansprüche: 1 (teilweise), 2-8, 23-31 (teilweise)	
	Membran-Elektroden-Einheit umfassend
	A) mindestens eine Polymermembran welche mindestens ein Polymer mit mindestens einem Stickstoffatom enthält, wobei die Polymermembran mindestens eine Mineralsäure enthält
	B) mindestens zwei Elektroden, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Elektrode einen Katalysator enthaltend
	i. mindestens ein Edelmetall der Platingruppe, insbesondere Pt, Pd, Ir, Rh, Os, Ru, und/oder mindestens ein Edelmetall Au und/oder Ag
	ii. mindestens ein gemäß der elektrochemischen Spannungsreihe unedleres Metall als das unter (1.) genannte Metall, insbesondere ausgewählt aus der Gruppe Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Zr, Ti, Ga, V aufweist.
1.1. Ansprüche: 1 (teilweise), 2, 23-31 (teilweise)	
	dadurch gekennzeichnet, dass als Polymer mit mindestens einem Stickstoffatom ein Polyphosphaten eingesetzt wird.
1.2. Ansprüche: 1 (teilweise), 3-6, 23-31 (teilweise)	
	dadurch gekennzeichnet, dass als Polymere mit mindestens einem Stickstoffatom ein basisches Polymer mit mindestens einem Stickstoffatom in einer Wiederholungseinheit verwendet wird.
1.3. Ansprüche: 1 (teilweise), 7, 23-31 (teilweise)	
	dadurch gekennzeichnet, daß die Membran Phosphorsäure und/oder Schwefelsäure als Mineralsäure, vorzugsweise in der Polymermembran dotiert, umfasst.
1.4. Ansprüche: 1 (teilweise), 8, 23-31 (teilweise)	
	dadurch gekennzeichnet, dass die Polymermembran para-Polybenzimidazole umfasst.
1.5. Ansprüche: 1 (teilweise), 9-22, 23-31 (teilweise)	

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

dadurch gekennzeichnet, dass die Polymermembran durch ein Verfahren erhältlich ist umfassend die Schritte  
i) Herstellung einer Mischung umfassend Polyphosphorsäure, mindestens ein Polyazol und/oder mindestens ein oder mehrere Verbindungen, die unter Einwirkung von Wärme gemäß Schritt ii) zur Bildung von Polyazolen geeignet sind,  
ii) Erwärmen der Mischung erhältlich gemäß Schritt i) unter Inertgas auf Temperaturen von bis zu 400°C,  
iii) Aufbringen einer Schicht unter Verwendung der Mischung gemäß Schritt i) und/oder ii) auf einem Träger,  
iv) Behandlung der in Schritt iii) gebildeten Membran.

---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001761

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0118894	A 15-03-2001	AU 6984500 A EP 1222707 A2 US 6946211 B1	10-04-2001 17-07-2002 20-09-2005
DE 10235356	A1 12-02-2004	KEINE	
US 4333805	A 08-06-1982	KEINE	
WO 2004034498	A 22-04-2004	CA 2500774 A1 DE 10246372 A1 EP 1559162 A2 US 2006079392 A1	22-04-2004 15-04-2004 03-08-2005 13-04-2006